

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)5月19日

G 05 D 7/00

A-6574-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 蒸気加減弁の開度制御装置

⑯ 特 願 昭61-260599

⑰ 出 願 昭61(1986)11月4日

⑱ 発 明 者 乙 咩 敏 臣 神奈川県横浜市鶴見区末広町2の4 株式会社東芝京浜事業所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 波 多 野 久 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

蒸気加減弁の開度制御装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 蒸気タービンへの蒸気供給部に並列に設けられた複数の蒸気加減弁をそれぞれ開度制御するものにおいて、前記蒸気タービンの運転条件に基づいて前記蒸気加減弁の開度を設定する開度設定手段と、その開度設定値による弁開度に基づいて蒸気加減弁の弁振動値を見出す弁振動値見出手段と、これにより見出された各弁振動値が異常振動値か否かを判断し、異常振動値と判断された場合にその蒸気加減弁の弁振動値が小さくなる方向に修正開度を設定する修正開度設定手段と、開度修正された蒸気加減弁で生じる蒸気流量の過不足分を吸収するために他の蒸気加減弁に補正開度を設定する補正開度設定手段とを有することを特徴とする蒸気加減弁の開度制御装置。

2. 弁振動値見出手段は、弁開度と弁振動値との関係から予め求められた振動特性データに基づいて、開度指令に対応する弁振動値の予測を行なう弁振動値予測手段である特許請求の範囲第1項記載の蒸気加減弁の開度制御装置。

3. 修正開度設定手段は弁振動値予測手段によって予測された振動値に基づいて弁応力を求める応力計測器と、求められた応力が許容値の範囲内であるか否かを判断する比較器とを有し、応力が許容値を超えた場合に修正開度を設定するものである特許請求の範囲第2項記載の蒸気加減弁の開度制御装置。

4. 弁振動値見出手段は各蒸気加減弁の実際の振動値を検出する振動検出器である特許請求の範囲第1項記載の蒸気加減弁の開度制御装置。

5. 修正開度設定手段は、予め評価された連続使用を避けるべき弁開度域との照合によって修正開度を設定するものである特許請求の範囲第1項記載の蒸気加減弁の開度制御装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (発明の目的)

##### (産業上の利用分野)

本発明は蒸気タービンプラントに設けられる蒸気加減弁の制御装置に係り、特に蒸気加減弁の異常振動発生防止に有効な蒸気加減弁の開度制御装置に関する。

##### (従来の技術)

第3図に多段蒸気タービンを用いた火力発電プラントのサイクル構成例を示している。

蒸気タービン1は高圧タービン2、中圧タービン3および低圧タービン4を有し、その出力軸5に発電機6が連結されている。そして、ボイラ7で発生した主蒸気が主蒸気管8を介して高圧タービン2に流入した後、戻し管9を介してボイラ7に戻されて再び高圧に加熱され、再熱蒸気となって再熱蒸気管10を介して中圧タービン3に流入し、その後、連絡配管11を介して低圧タービン4に流入し、復水器12で復水となり、給水管13を介して給水ポンプ13aによりボイラ7に再び供

給されるようになっている。

このような閉サイクル構成において、主蒸気管8には主蒸気止め弁14および蒸気加減弁15が設けられ、また再熱蒸気管10には再熱蒸気止め弁16およびインターセプト弁17が設けられている。

主蒸気止め弁14および再熱蒸気止め弁16はタービン1の危急時に閉動して蒸気の流通を遮断する保安用の弁であり、通常は開となっている。また、インターセプト弁17はタービン1の回転数が所定値以上に過速された場合に主蒸気止め弁14や再熱蒸気止め弁16に先立って閉動する先行非常用の弁であり、これも通常は開となっている。

これに対し、蒸気加減弁15は蒸気タービンの回転数または出力を所定値に精度よく制御するために通常運転中、継続使用され、蒸気流量の加減を行なう。したがって、蒸気加減弁15は高温、高圧蒸気に晒され、苛酷な条件下で使用されることになる。特に近年、原子力発電プラントの稼

- 3 -

動率が高くなり、その占有率が増大するにつれて、一般の火力発電プラントは負荷調整用として運用されることが多くなっている。この場合、運用負荷については中央給電指令に従うため、火力発電プラントの蒸気加減弁の使用条件は、さらに苛酷さを増している。

一方、蒸気加減弁は弁全開時の圧力損失を極力少なくすることが望まれることから、一般にボール弁タイプのものが多く採用されている。ところが、このタイプの弁は絞り度を大きくした場合に弁振動が大きくなる傾向がある。第4図はその一例を示している。弁開度(弁リフト/弁シート径)が0.05~0.07の付近で弁振動がピークとなることが認められる。このような弁振動が生じる原因は、弁座と弁体とで形成される蒸気通路部のうち、最小通路面積部つまりスロート部において不安定な衝撃波が発生し、これによって蒸気流れが乱されるためと考えられる。

このような弁振動が上述した苛酷な使用条件下で継続されると、弁各部の摩耗が促進されたり、

- 4 -

場合によっては弁格が破損するなどして、タービン制御に支障をきたすおそれがある。

ところで、蒸気タービンの初段落のノズル部への蒸気供給部は周方向に複数、例えば4室に区分され、蒸気加減弁はこれらに対応して複数、例えば4個並列に設置され、主蒸気は周方向で一定の領域毎に区分して供給されるようになっている。このような弁の開閉駆動方式としては、全ての弁を同時に開閉する1アドミッション方式と、各弁毎に順次に開閉する多アドミッション方式(4弁の場合は4アドミッション方式)と、これらの折衷方式(4弁の場合は2または3アドミッション方式)とがある。

1アドミッション方式によると初段落のノズルの全周に亘って均一な温度分布が得られるため、この方式は熱応力低減を望む場合に多く採用される。

多アドミッション方式によると弁の絞り損失が少ないため、この方式はタービン効率を重視する場合に多く採用される。

- 5 -

- 6 -

折衷方式はタービン効率と熱応力低減要求度の軽重に応じて採用される。

第5図は多アドミッション方式の場合の弁開度と弁振動との関係を例示したものである。図示の如く、各弁の弁開度が所定値になる度に弁振動値のピークが表われる。このため、多アドミッション方式の場合は多くの負荷域で弁振動が発生することから、特に運用が困難になる。

(発明が解決しようとする問題点)

従来では蒸気タービンへの蒸気供給部に並列に設けられた複数の蒸気加減弁を開度制御する場合、各蒸気加減弁が異常振動域で使用される可能性がある。このような状態での連続使用が行なわれると、弁の摺動部が摩耗したり、弁棒が折損するなど、タービン制御上の支障が生じる問題がある。

(発明の構成)

(問題点を解決するための手段)

本発明は、蒸気タービンへの蒸気供給部に並列に設けられた複数の蒸気加減弁をそれぞれ開度

制御するものにおいて、前記蒸気タービンの運転条件に基づいて前記蒸気加減弁の開度を設定する開度設定手段と、その開度設定値による弁開度に基づいて蒸気加減弁の弁振動値を見出す弁振動値見出手段と、これにより見出された各弁振動値が異常振動値か否かを判断し、異常振動値と判断された場合にその蒸気加減弁の弁振動値が小さくなる方向に修正開度を設定する修正開度設定手段と、開度修正された蒸気加減弁で生じる蒸気流量の過不足分を吸収するために他の蒸気加減弁に補正開度を設定する補正開度設定手段とを有することを特徴とする。

(作用)

蒸気タービンの運転中、弁振動値見出手段により、常時各蒸気加減弁の弁振動値が見出される。そして、その弁振動値は修正開度設定手段によって異常振動値か否かを判断され、異常振動値と判断された場合には修正開度が設定され、この蒸気加減弁の開度は弁振動値が小さくなる方向に修正される。したがって、蒸気加減弁の異常振動が防止

- 7 -

され、常に安全な開度で弁使用が行なわれる。

また、修正開度に設定された蒸気加減弁で生じる蒸気流量の過不足分は、補正開度設定手段で設定される他の蒸気加減弁の補正開度によって吸収される。なお、この補正開度が設定される蒸気加減弁に対しても、前記同様に弁振動値の見出および開度修正が行なわれ、異常振動が防止される。

したがって、蒸気タービンへの蒸気供給量は全体として設定値通りに維持されつつ、各蒸気加減弁の異常振動領域での使用が避けられ、常に安定した運用が可能となる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を第1図および第2図を参照して説明する。

まず、第1図によって全体構成を説明する。

蒸気タービンへの蒸気供給部に複数、例えば4個並列に設けたボール弁タイプの蒸気加減弁21a～21dを制御対象としている。

蒸気タービンの運転条件に基づいて蒸気加減弁21a～21dの開度を設定する開度設定手段と

- 8 -

して、タービン出力設定器22および負荷設定器23を設けている。このタービン出力設定器22から出力されるタービン出力信号101と、負荷設定器23から出力される負荷設定信号102とが、加減算器24で演算され、その結果出力される偏差信号103が増幅器25で増幅され、加減弁開度指令信号104が出力される。

加減弁開度指令信号104は各蒸気加減弁21a～21dへの共通指令信号である。この加減弁開度指令信号104が、蒸気加減弁21a～21dに対応する加算器26a～26dにそれぞれ入力されるとともに、異常振動防止装置50に入力される。異常振動防止装置31は弁振動値見出手段、修正開度設定手段および補正開度設定手段等からなり、個々の蒸気加減弁21a～21d毎の開度設定のためのバイパス信号105a～105bを加算器26a～26dにそれぞれ出力する。なお、この異常振動防止装置50については、後に詳述する。

各加算器26a～26dでは、入力される加減

- 9 -

- 10 -

弁開度指令信号104と各バイアス信号105a～105dとに基づいて演算が行なわれ、各蒸気加減弁21a～21d毎に対応する個別開度指令信号106a～106dが出力される。

個別開度指令信号106a～106dは、弁開度特性アンプ27a～27dにそれぞれ入力され、各蒸気加減弁21a～21dに応じた開度特性、例えば開動タイミング等が設定される。そして、各弁開度特性アンプ27a～27dから弁開度設定信号107a～107dがそれぞれ出力される。

一方、各蒸気加減弁21a～21dには弁体の実開度を検出する位置検出器28a～28dが設けてあり、この各位置検出器28a～28dから弁位置信号108a～108dが出力される。

弁位置信号108a～108dは弁開度設定信号107a～107dとともに加減算器29a～29dにそれぞれ入力され、この各加減算器29a～29dで各弁体の実開度と設定開度との偏差が求められ、弁開度偏差信号109a～109dがそれぞれ出力される。

- 11 -

段32は弁開度演算器35と、弁棒振動値予測装置36とからなる。弁開度演算器35では、加減弁開度指令信号104によって与えられる負荷量に基づいて弁棒リフト量が演算され、それにより弁開度演算信号201が出力される。また、弁棒振動値予測装置36では、弁開度演算信号201に基づき、弁開度(弁リフト/弁シート径)と弁棒振動値との関係データから弁棒振動値予測が行われ、弁棒振動値予測信号202が出力される。

修正開度設定手段33は、弁棒振動値が異常振動値か否か判断し、異常振動値と判断された蒸気加減弁21a～21dの開度を通常振動領域までシフトする修正開度を設定するもので、この実施例では弁棒振動応力計算器37、弁棒アンバランス力計算器38、弁棒静応力計算器39、弁棒疲労強度評価装置40、比較器41およびバイアス演算器41からなる。

弁棒振動応力計算器37には弁棒振動値予測信号202が入力され、予測される弁棒振動値に基づいて、弁棒にどれだけの振動応力が発生するか

弁開度偏差信号109a～109dはサーボアンプ30a～30dでそれぞれ増幅され、その増幅されたサーボ弁駆動信号110a～110dが蒸気加減弁駆動用の油筒(図示せず)のサーボ弁31a～31dにそれぞれ入力される。ここで、電/油変換が行なわれ、各蒸気加減弁21a～21dが油圧信号111a～111dに基づいてそれぞれ開閉操作される。

次に、第2図によって異常振動防止装置について説明する。

異常振動防止装置50は前記のように、弁振動見出手段32、修正開度設定手段33および補正開度設定手段34からなる。

弁振動見出手段32は加減弁開度指令信号104に基づく各蒸気加減弁21a～21dの開度に対応する弁振動値を見出すもので、この実施例では、弁開度と弁棒振動との関係から求められた振動特性データに基づいて、加減弁開度指令信号104に対応する弁棒振動値の予測を行なう弁棒振動値予測手段としている。この弁棒振動値予測手

- 12 -

計算され、その結果として弁棒振動応力信号203が出力される。また、弁棒アンバランス力計算器38には弁開度演算信号201が入力され、予測される弁開度に対応して弁棒に作用する蒸気圧に基づく弁棒アンバランス力が求められ、それに基づく弁棒アンバランス力信号204が出力される。この弁棒アンバランス力信号204が弁棒静応力計算器39に入力され、弁棒アンバランス力に基づいて弁棒に生じる静応力が計算され、その計算値が弁棒静応力信号205として出力される。

弁棒振動応力信号203と弁棒静応力信号205とは弁棒疲労強度評価装置40に入力され、振動応力と静応力との全応力( $\sigma_{all}$ )が求められ、その値が弁棒疲労強度評価信号206として出力される。

この弁棒疲労強度評価信号206が比較器41に入力され、全応力が許容応力( $\sigma_{act}$ )と比較され、全応力が許容応力よりも小さい旨( $\sigma_{act} - \sigma_{all} > 0$ )の信号207または全応力が許容応力以上である旨( $\sigma_{act} - \sigma_{all} \leq 0$ )の信号

- 13 -

- 14 -

208のいずれかが出力される。

そして、この各出力信号207、208がバイアス演算器41aに入力され、バイアス値の演算が行なわれる。全応力が許容応力よりも小さいときは、バイアス信号105aのバイアス値はゼロであり、加減弁開度指令信号104は修正されない。全応力が許容応力以上となるときは、これを修正するために必要な弁開度に基づくバイアス値 $\alpha$ が演算され、バイアス信号105aによって加減弁開度指令信号104が修正される。なお、バイアス値 $\alpha$ に対応する弁開度指令信号修正信号209が弁開度演算器35にフィードバックされるようになっている。

また、補正開度設定手段34は、修正される蒸気加減弁（以上の説明では21a）で生じる蒸気流量の過不足分を除去するために次の蒸気加減弁（ここでは21b）の補正開度を設定し、その補正開度信号210を出力するものである。この補正開度信号210は、次の蒸気加減弁21bに対応する弁開度演算器（第2図では省略）に入力さ

- 15 -

また、前記実施例では、修正開度を振動応力と許容応力との論理演算に基づいて行なうようにしたが、これに代え、修正開度設定手段として、予め弁棒振動応力を評価して、連続使用を避けるべき弁開度域、例えば弁棒リフト域を設定しておき、この弁リフト域との照合によってバイアス値を調整するようにしてもよい。

このような構成にすれば、予め求められた連続使用が許容される弁開度域の中から修正開度が選定されることになるから、演算回路構成が簡略化される。

#### （発明の効果）

以上のように、本発明によれば、蒸気加減弁の設定開度に対応して弁振動値を見出し、それが異常振動値と判断された場合には弁開度を振動値が小さくなる方向に修正するとともに、その修正による蒸気流量の過不足分を他の蒸気加減弁で補正するようにしたので、蒸気加減弁が異常振動域で使用されることが避けられ、振動に基づく弁の摺動部の摩耗や弁棒破損が防止または抑制でき、

れる。そして、その蒸気加減弁に対応する弁振動値見出手段、修正開度設定手段および補正開度設定手段（いずれも図示省略）でも前記同様の機能が行なわれ、さらにその後段でも順次同様の機能が行なわれる。

このような構成によれば、各蒸気加減弁21a～21dの開度要求に応じた弁棒振動値が予め予測され、それに基づく応力演算結果に基づいて弁振動が許容応力の範囲内となるように開度制御されるため、蒸気加減弁の弁棒が折損するなどのおそれが除去され、運転時のプラント信頼性が確保できる。

なお、前記実施例では、加減弁開度指令信号104に基づいて振動値を予測し、これにより弁棒評価を行なうようにしたが、弁振動見出手段を各蒸気加減弁の実際振動値を検出する振動検出器とし、その振動値により作用応力を評価するようにしてもよい。このような構成にすれば、実際値を入力とするので、制御精度を向上させることができる。

- 16 -

タービン制御上の信頼性向上が図れるようになる。

#### 4. 図面の簡単な説明

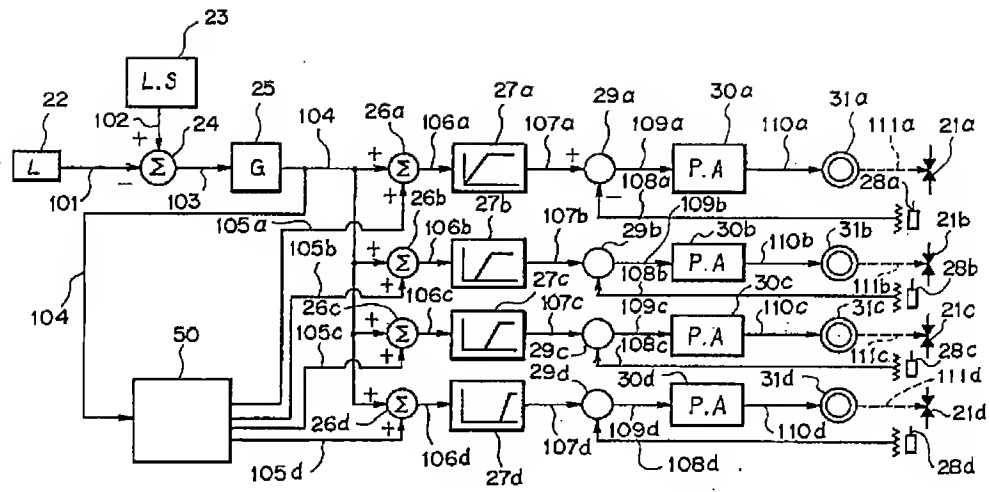
第1図は本発明の一実施例を示す構成図、第2図は上記実施例の機能ブロック図、第3図は本発明の対象となる蒸気タービンプラントの構成例を示す図、第4図および第5図はそれぞれ弁開度と弁振動との関係を示す特性図である。

21a～21d…蒸気加減弁、22、23…開度設定手段（タービン出力設定器、負荷設定器）、32…弁振動見出手段、33…修正開度設定手段、34…補正開度設定手段。

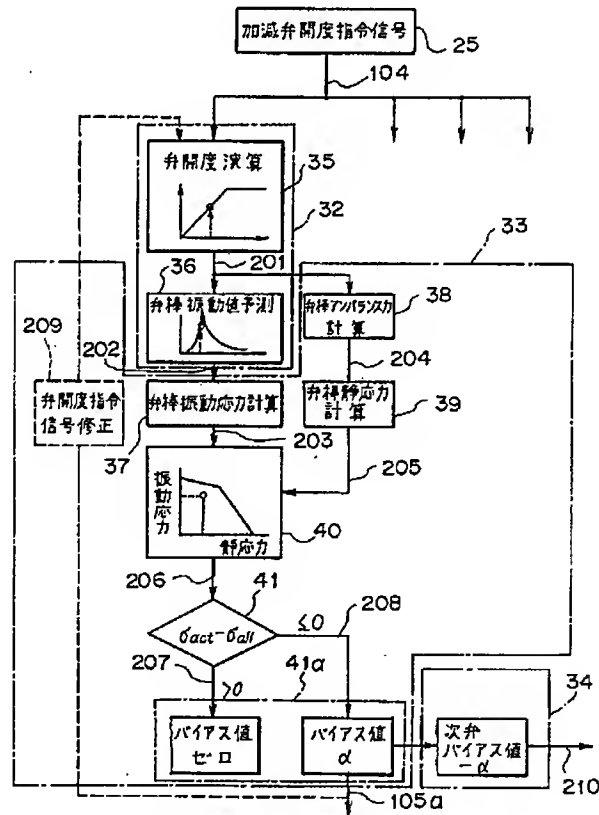
出願人代理人 波 多 野 久

- 17 -

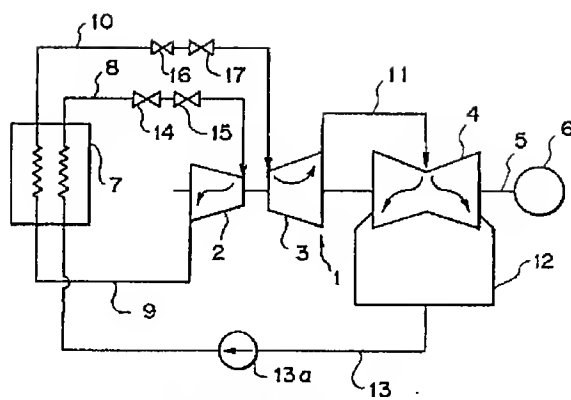
- 18 -



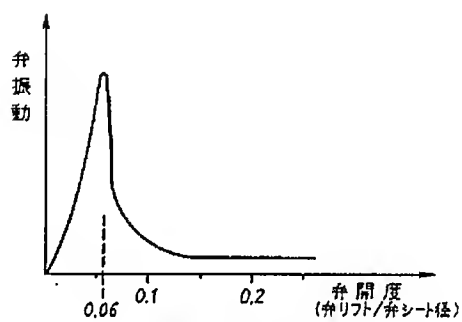
第 1 図



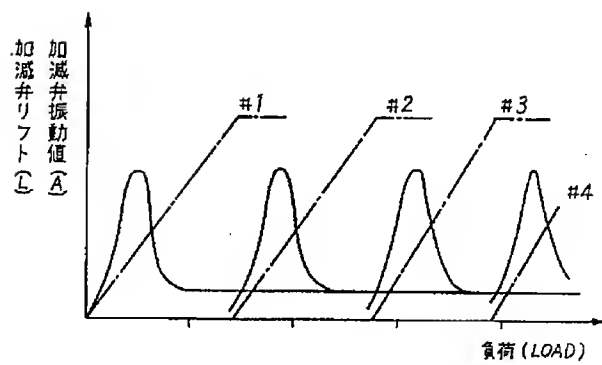
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図